

DU MICROSCOPE,

ET

DE SON APPLICATION

A L'ÉTUDE DES ÊTRES ORGANISÉS

ET EN PARTICULIER A CELLE DE L'UTRICULE VÉGÉTALE ET DES GLOBULES DU SANG,

PAR CH. MARTINS,

DOCTEUR EN MÉDECINE, MEMBRE DE LA COMMISSION SCIENTIFIQUE DU NORD,
ANCIEN AIDE-NATURALISTE A LA FACULTÉ, LAURÉAT (MÉDAILLE D'OR) DE L'ÉCOLE PRATIQUE,
ET EX-INTERNE DES HÔPITAUX CIVILS DE PARIS.

> Es giebt ein vollendetes organisches Leben im unsichtbar kleinen Raume, welches die Groesse des Grossen in der Natur unabsehbar erhebt.
>
> EHRENBERG.

PARIS.

IMPRIMERIE ET FONDERIE DE RIGNOUX,
IMPRIMEUR DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE,
Rue des Francs-Bourgeois-Saint-Michel, 8.

1839

PEREGRINATORI INDEFESSO

PAUL GAIMARD,

COHORTIS AD EXPLORANDAS REGIONES ARCTICAS MISSÆ, PRÆSIDI.

HOC OPUSCULUM DICAT

AMICISSIMUS AUCTOR.



DU MICROSCOPE,

ET

DE SON APPLICATION

A L'ÉTUDE DES ÊTRES ORGANISÉS

ET EN PARTICULIER A CELLE DE L'UTRICULE VÉGÉTALE

ET DES GLOBULES DU SANG.

DU MICROSCOPE EN GÉNÉRAL.

Ayant à traiter du microscope dans une thèse principalement destinée à l'histoire naturelle, je n'emprunterai à la théorie générale des instruments d'optique que ce qui est absolument indispensable pour expliquer nettement la marche progressive des rayons lumineux, depuis les objets jusqu'à l'œil à travers l'appareil, en y joignant l'indication des précautions particulières qu'il faut prendre pour éviter les illusions d'optique qui pourraient entraîner des erreurs, et en exposant les procédés les plus simples pour déduire des apparences ainsi observées les dimensions ainsi que la configuration réelle des objets.

Le principe fondamental de ces instruments, c'est l'action qu'une lentille convergente exerce sur les rayons lumineux émanés de points très-voisins de son foyer principal réciproque; soit que ces points se trouvent situés entre ce foyer et la lentille, ce qui constitue les

loupes ; ou peu au delà de ce foyer, ce qui constitue les microscopes composés.

Dans ces deux cas, l'instrument n'est optiquement applicable que si les rayons, tant incidents qu'émergents, forment de très-petits angles avec l'axe de la lentille ; et le calcul de la direction des rayons ne peut se faire avec simplicité qu'en supposant les épaisseurs des lentilles très-petites comparativement aux rayons de courbure de leurs surfaces. A la vérité, l'analyse mathématique parvient à atteindre aussi le cas où cette dernière condition n'a pas lieu, et l'art pratique réussit également à dépasser de beaucoup les bornes qu'elle impose, comme on en peut juger par les excellents résultats qu'il obtient sans s'y astreindre : mais, pour la simplicité de l'exposition, je me bornerai dans ce qui va suivre à ne considérer que de très-petites épaisseurs.

I. DES LOUPES OU MICROSCOPES SIMPLES FORMÉS D'UNE SEULE LENTILLE CONVERGENTE.

L'objet étant placé entre la lentille et le foyer principal réciproque, chaque pinceau de rayons lumineux émané des points de l'objet forme après son passage à travers la lentille un autre pinceau, dont la pointe ou foyer virtuel est situé du même côté que l'objet et sur le prolongement virtuel de l'axe du pinceau incident. Si l'on place l'œil du côté opposé de la lentille, les rayons réfractés entrent dans la pupille comme s'ils émanaient réellement d'un point lumineux situé à ce foyer idéal, et l'ensemble de tous les foyers ainsi formés compose l'image apparente de l'objet qui excite la même sensation que si on le voyait réellement à cette distance. Si nous supposons l'œil en contact avec le verre, ce qui est la position la plus avantageuse qu'on puisse lui donner, les axes des pinceaux réfractés soustendent à leur entrée dans la pupille le même angle visuel que soustendraient les pinceaux réellement émanés de l'objet, s'il était vu sans l'interposition du verre au lieu réel où il est actuellement placé ; mais dans ce cas l'image, qui seule est perçue, est plus grande que l'objet dans le rapport de sa distance au verre. Or, la distance de l'image au verre et par conséquent à l'œil, est

naturellement assignée à chaque observateur, puisque ce doit être celle où il voit le plus distinctement. Alors, pour obtenir cette netteté de vision, il est involontairement amené à placer l'objet à la juste distance du verre qui la donne, ce qui détermine le grossissement apparent qu'il attribue à l'objet vu à travers la loupe. Donc, inversement, si l'on se donne la distance de la vision distincte, et le grossissement apparent que l'on veut obtenir, la distance focale de la loupe qui produit ce grossissement se trouve déterminée et calculable; d'où il suit que la même loupe grossira inégalement pour des portées de vues différentes, et moins pour un myope que pour un presbyte.

DU MICROSCOPE COMPOSÉ.

Cet instrument, comme tout autre instrument d'optique composé de plusieurs verres, est formé essentiellement de deux appareils distincts. L'un, que l'on appelle *objectif*, parce qu'il reçoit immédiatement les rayons venus des objets, consiste en une lentille convergente placée de manière à jeter derrière elle une image renversée et agrandie de l'objet. L'autre appareil, que l'on nomme *oculaire*, parce qu'il est placé du côté de l'œil, est formé par une loupe ou par un système de loupes, à travers lequel on regarde l'image donnée par l'objectif. En vertu de cette combinaison, lorsque la pupille est placée immédiatement derrière la loupe, et que l'image finale est amenée à la juste distance de la vision distincte, l'angle visuel, qu'elle sous-tend dans l'œil, peut être rendu beaucoup plus grand que ne serait l'angle visuel sous-tendu par l'objet vu directement. Le rapport de ces angles s'appelle le *grossissement angulaire.*

Pour réaliser cette disposition, l'objet doit être placé au delà du foyer principal réciproque de l'objectif. L'image qu'il jette à travers ce verre aurait une grandeur infinie s'il était placé au foyer même; elle sera donc seulement fort agrandie, si on se borne à l'en mettre à une petite distance. Comme les axes des pinceaux ainsi réfractés par l'objectif coïncident en direction avec les axes des pinceaux incidents, la grandeur

de l'image est à celle de l'objet dans le rapport de leurs distances au verre, c'est-à-dire, à très peu près comme la distance focale principale de l'objectif est à sa distance à l'image qu'il donne. Ainsi, pour que ce rapport de grandeur soit considérable, sans allonger démésurément l'appareil, il faut que la distance focale de l'objectif soit très-courte, ce qui exige que la lentille soit très-petite. Si l'on formait cette lentille avec un seul verre, les images produites dans les conditions précédentes par les divers rayons simples du spectre seraient très-inégalement distantes de l'objectif, ce qui rendrait leur observation à travers la loupe fort défectueuse, parce qu'elles se présenteraient à différentes distances de l'œil et avec d'inégales grandeurs. On prévient aujourd'hui cet inconvénient en achromatisant l'objectif. Alors les diverses images formées par les différents rayons simples sont sensiblement coïncidentes en grandeur et en position. On place aussi dans l'intérieur de l'instrument un diaphragme à l'endroit où elles doivent se former, afin de laisser passer l'image pure sans aucun mélange de lumière latérale. Par le même motif le tuyau qui porte le verre est noirci intérieurement.

Maintenant si l'on suppose l'oculaire formé d'une seule loupe derrière laquelle l'œil est placé, il pourra, en éloignant ou rapprochant cette loupe de l'image, l'amener à la juste distance qui convient à sa portée de vision. Il la verra donc ainsi nettement et agrandie dans un rapport que nous pourrons tout à l'heure déterminer. Mais une loupe ainsi formée d'un seul verre donnerait une image définitive qui serait frangée de couleurs sur les bords. On évite cet inconvénient en composant l'oculaire de deux verres convergents convenablement disposés.

On améliore encore considérablement l'effet de l'appareil en ne recevant pas immédiatement dans le diaphragme l'image qui serait donnée par l'objectif; mais en lui faisant traverser auparavant un second verre convergent d'un foyer beaucoup plus long. L'usage évident de ce verre est de rassembler les pinceaux séparés par l'objectif, de les concentrer dans un plus petit espace, de rendre ainsi l'image plus nette, plus petite, et

de faire, par conséquent, voir une plus grande partie de l'objet par un oculaire donné. Mais il a encore une autre utilité plus cachée qui consiste dans l'influence qu'il exerce sur l'achromatisme. Il était même tout à fait indispensable avant que M. Selligue n'eût donné le moyen de construire des verres achromatiques, en combinant une lentille plano-concave en flint-glass avec un verre bi-convexe en crown-glass, taillés de manière à ce que l'une des faces convexes de la lentille bi-convexe puisse s'appliquer exactement sur la face concave de la lentille plano-concave. Au moyen de ces lentilles, M. Charles Chevalier construisit le premier microscope réellement achromatique.

Le microscope horizontal d'Amici ne diffère de celui que nous venons de décrire que dans un seul point : c'est que l'image donnée par l'objectif se réfléchit horizontalement sur l'hypothénuse d'un prisme placé au-dessus de lui, et va se peindre dans l'œil de l'observateur, qui peut ainsi observer plus commodément les images formées, en regardant devant lui dans une direction horizontale.

Indiquons maintenant les moyens que l'observateur peut employer pour mesurer le grossissement du microscope et les dimensions réelles des objets, quelle que soit la combinaison des lentilles.

De la mesure des objets microscopiques. — Elle se fait au moyen de petites plaques de verre appelées *micromètres*, sur lesquelles on a gravé des divisions du millimètre. Depuis M. Lebaillif, qui était déjà parvenu à tracer des 400es de millimètre, on a été jusqu'à diviser un millimètre en 500 parties. Toute observation microscopique qui n'est pas accompagnée de l'indication du grossissement employé et des dimensions de l'objet est foncièrement incomplète. Le procédé d'Amici pour déterminer ces deux éléments est fort simple. Au moyen d'une lame de verre à faces parallèles, inclinée de 45 degrés, et placée devant l'oculaire, on regarde *par réflexion* un petit micromètre divisé en centièmes de millimètre, par exemple, placé sous l'objectif du microscope ; en même temps on voit à travers la lame de verre une règle divisée en millimètres, près de laquelle l'œil reporte l'image du

micromètre. Si un centième de millimètre du micromètre correspond à deux millimètres de la règle, le grossissement sera de 200 fois, et si un objet quelconque est placé près du micromètre, on aura deux de ses dimensions et le calque exact de ses contours, avantage inappréciable pour les personnes qui ne savent pas dessiner.

Charles Chevalier obtient des résultats encore plus précis en employant la chambre claire du même auteur, que nous décrirons plus bas.

On trace sur le papier les divisions du micromètre et la figure de l'objet vus à travers le microscope. On a ainsi à la fois la mesure de deux de ses dimensions, et celle du pouvoir amplifiant qu'on a mis en usage.

Frauenhofer adaptait au porte-objet de ses microscopes un chariot mû par des vis micrométriques munies de cadrans divisés. On calculait la longueur ou la largeur d'un objet par le chemin qu'il avait parcouru, à partir d'un fil de cocon fixé au foyer de l'oculaire. M. George Oberhauser a modifié cet appareil pour l'appliquer aux platines tournantes de ses microscopes.

Divers modes d'illumination. — D'après la petitesse inévitable de l'objectif chaque point de l'objet ne peut envoyer à l'œil que très-peu de lumière, c'est pourquoi on a soin de l'illuminer artificiellement.

Quand l'objet est opaque on obtient ce résultat en jetant sur lui, au moyen d'une lentille convergente, un faisceau lumineux dont on fait varier l'intensité. Les objets transparents doivent être, au contraire, éclairés par transmission, en faisant passer à travers leur épaisseur des rayons réfléchis par un miroir ou par un prisme. Quand la lumière réfléchie par le miroir est trop vive, on la tempère au moyen d'un diaphragme tournant percé de trous de diverses grandeurs, ou en couvrant la surface du miroir d'une feuille de papier ou d'un disque de carton blanc.

Wollaston (1) avait observé que la lumière qui arrive à l'œil et qui n'a pas pour effet unique d'éclairer l'objet, trouble plutôt qu'elle ne favorise la vision. Il imagina donc de recevoir la lumière sur un miroir plane et de la faire converger sur le même plan que l'objet à examiner, au moyen d'un tube qui portait à son extrémité supérieure une lentille plano-convexe dont la surface plane était tournée du côté de l'objet.

M. Dujardin (2), partant du même principe, en a fait une application beaucoup plus parfaite. Les rayons réfléchis par un miroir concave sur le porte-objet subissent, en passant près du bord si ténu des corps microscopiques, les effets de la diffraction; de là altération de leurs contours qui paraissent fortement ombrés. M. Dujardin a donc cherché à amener le foyer de la lumière illuminante sur l'objet même. Pour y réussir, il reçoit la lumière sur un prisme parfaitement isocelle, et la concentre au moyen de deux lentilles convexes sur le champ de l'instrument. La distance focale du concentrateur se détermine facilement en faisant réfléchir des objets éloignés, tels que des tuyaux de cheminée, par le prisme, et en cherchant la distance à laquelle leur image se peint nettement sur le champ du porte-objet. En mettant l'objet microscopique à cette distance, il se trouve placé exactement au foyer des deux lentilles convergentes du concentrateur, et lui-même devenant le foyer des rayons qui arrivent à notre œil, les effets de la diffraction disparaissent complétement. Ces divers modes d'illumination s'appliquent également aux microscopes simples et aux microscopes composés.

Examen de certains corps au moyen de la lumière polarisée.— Il existe dans la nature un grand nombre de corps qui exercent sur la lumière

---

(1) *A description of a microscopic doublet; Philosoph. transact.* for the year 1829, part. I, p. 9.

(2) *Dictionnaire de l'industrie manufacturière*, article MICROSCOPE, p. 623. — *Sur l'organisation des infusoires. Ann. sc. nat.*, octobre 1838.

polarisée une action qui nous permet de saisir certaines particularités de leur structure intime. Plusieurs de ces corps échappent à nos sens par la petitesse de leurs dimensions. Afin de pouvoir les étudier, M. Biot a fait construire par Charles Chevalier un appareil dont nous devons donner une idée.

Il consiste en deux doubles prismes de Nicol, formés chacun de deux prismes de spath d'Islande parfaitement égaux, et dont la section par un plan perpendiculaire aux arêtes soit un triangle dont l'un des angles est fort aigu. On réunit ces deux prismes au moyen d'une couche de térébenthine épaissie ou de baume du Canada, et on les dispose de telle sorte, que l'un des rayons doublement réfractés est réfléchi intérieurement par leur surface commune, tandis que l'autre rayon passe seul et est transmis isolément avec le sens de polarisation qui lui est propre. Ce double prisme est logé dans un tube de cuivre. Supposons maintenant que l'on regarde le ciel à travers deux de ces doubles prismes. Tant que les grandes diagonales des rhomboïdes qui les terminent à leurs extrémités ne sont pas perpendiculaires l'une sur l'autre, les rayons qui émanent du ciel sont transmis à l'œil; mais si ces diagonales se coupent à angle droit, le rayon transmis par le premier double prisme ne peut pas traverser le second, et n'arrive plus à l'œil, de sorte que le champ de vision paraît tout à fait noir. Si alors on interpose entre ces deux doubles prismes une lame douée de la double réfraction, et qu'on la fasse tourner dans un plan perpendiculaire aux faces longitudinales du double prisme, il arrivera que, dans certaines positions, elle dépolarisera la lumière et lui permettra de parvenir jusqu'à l'œil. Si la lame est très-mince, elle se nuance de couleurs variées. Des phénomènes analogues s'observent quand on interpose toute lame mince, appartenant à un corps quelconque doué d'un arrangement de parties régulier qui n'est pas symétrique autour d'un point.

Voyons maintenant quel parti l'on peut tirer de ces phénomènes pour l'étude microscopique de certains corps. On emploiera de préférence le microscope horizontal d'Amici. L'objectif est tourné en

haut; au-dessus de l'objectif est le porte-objet; au-dessus du porte-objet, une plaque de métal mobile dans le sens horizontal et percée de trous circulaires; et enfin, au-dessus de cette plaque, un miroir réflecteur destiné à illuminer les objets. Derrière l'objectif se trouve un double prisme de Nicol; les objets à examiner étant placés sur le porte-objet, on les amène d'abord au foyer de la lentille, puis on les examine comme avec la lumière ordinaire. L'illumination est la même, sauf qu'elle est moins intense. Veut on savoir s'ils exercent une action sur la lumière polarisée, alors on place un autre double prisme dans un des trous de la plaque de métal circulaire; puis on le fait tourner sur son axe en regardant dans le microscope. Si le champ reste toujours obscur, quelque position que l'on donne au corps interposé, c'est une preuve que ce corps n'exerce aucune action sur la lumière polarisée; mais s'il devient visible dans son entier ou dans quelques-unes de ses parties, s'il se nuance de couleurs variées, c'est qu'il dépolarise cette lumière. La fécule est un corps qui présente ces deux phénomènes. Chaque grain a deux méridiens qui se croisent à angle droit; ils sont parfaitement noirs, ce qui prouve qu'ils n'agissent pas sur la lumière polarisée. Au contraire, les segments qu'ils comprennent sont nuancés de diverses couleurs. On produit des phénomènes semblables sous le microscope, comme M. Talbot l'a fait le premier, en déposant sur une lame mince de verre une goutte de solution alcoolique d'acide borique ou de toute autre substance qu'on y laisse cristalliser par évaporation: alors les petits cristaux, en se formant et se groupant les uns avec les autres, développent successivement toutes les couleurs propres à leur épaisseur individuelle et à leur agglomération progressive. On observe des phénomènes semblables avec les petits rhomboïdes de chaux carbonatée que M. Turpin a trouvés en si grand nombre dans les œufs des limaces (1).

(1) M. Charles Chevalier a construit, sous la direction de M. Biot, un appareil qui permet d'examiner au microscope les phénomènes qui accompagnent les compositions et les décompositions chimiques au moment où elles s'opèrent. Tôt ou

La *camera lucida* est un instrument indispensable pour dessiner les objets vus au microscope avec une exactitude rigoureuse, et elle fournit le moyen le plus commode et le plus exact pour mesurer leurs dimensions. La chambre claire la plus simple consiste en un petit miroir plan d'acier qu'on adapte à l'oculaire. Il est incliné de 45°, et réfléchit l'image de l'objet dans l'œil, qui la projette sur un papier placé sous l'extrémité oculaire du microscope. L'œil de l'observateur qui regarde par-dessus le petit miroir, dont le diamètre est moindre que celui de la pupille, peut donc voir l'image grossie de l'objet, alternativement dans le microscope et sur le papier. Il suffit d'en suivre les contours avec un crayon pour en avoir une représentation fidèle.

Du chariot de Turrel. — M. Turrel a imaginé, en 1832, un perfectionnement du porte-objet, dont j'ai souvent apprécié l'utilité. Quand on examine un objet, même avec le microscope simple, et qu'il est situé en partie hors du champ de la vision, il est extrêmement difficile d'avancer ou de reculer la plaque de verre de la quantité rigoureusement nécessaire pour que l'objet soit visible tout entier. Le plus souvent il sort du champ du microscope : on fait de vains efforts pour le retrouver, on s'impatiente, et quelquefois l'observation est perdue. Avec

---

tard il trouvera son application à l'étude des corps organisés qu'on voudra soumettre à diverses influences : c'est pourquoi je crois devoir en parler ici.

L'appareil consiste en une forte lame de métal, creusée au milieu de sa longueur, d'une cavité en forme de calotte sphérique dont le fond est percé d'un trou circulaire. Aux deux extrémités de cette lame sont fixées deux plaques elliptiques, et au-dessous de ces deux plaques sont deux lampes à alcool qui peuvent s'en approcher et s'en éloigner à volonté au moyen des vis verticales qui les supportent. Pour employer l'appareil, on place le verre de montre dans la cavité, et l'appareil sur le porte-objet. Si l'on veut opérer à froid, il suffit de mettre les corps en présence dans le verre de montre, et d'observer ce qui se passe. Veut-on voir l'influence de la température, on allume les deux lampes, qu'on met à une distance convenable, en les abaissant ou en les élevant. Les lampes chauffent les deux plaques, la chaleur se transmet aux lames, puis au verre, enfin aux corps en expérience, et l'œil, placé à l'oculaire du microscope, épie les phénomènes qui se manifestent à mesure que la température s'élève.

le chariot de Turrel, et au moyen de deux vis seulement, on fait marcher l'objet d'arrière en avant, de droite à gauche, ou de gauche à droite, ou suivant la diagonale, et l'on échappe à tous les désagréments dont nous venons de parler (1).

Du porte-objet pneumatique de Poiseuille. — La science réclamait depuis longtemps le moyen d'étudier sous le microscope les corps organisés vivants soumis à une pression atmosphérique plus forte ou plus faible que la pression ordinaire, ou à l'influence de divers milieux ambiants liquides ou aériformes comprimés. Ce but est complétement rempli par l'appareil de M. Poiseuille(2). « Il consiste en une boîte en cuivre de 14 centimètres de longueur sur 65 de largeur et 83 millimètres de hauteur. Les parois supérieure et inférieure sont percées chacune de trois ouvertures rectangulaires, fermées par des glaces de 3,5 millimètres d'épaisseur. Ces glaces sont enchâssées dans les rainures qu'offrent les parois latérales supérieure et inférieure. L'une des extrémités de cette boîte porte un tuyau en cuivre recourbé qui reçoit à son extrémité supérieure tantôt un manomètre à air comprimé gradué jusqu'à 20 atmosphères, tantôt un tube barométrique à siphon. L'extrémité opposée présente une ouverture qui sert à introduire les animaux

---

(1) *Improvements in the microscope. Transact. of the Society of arts*, vol. XLIV. M. Purkinje (*Ueber den microtomischen Quetscher* Müllers *Archiv. für Physiologie*, 1834, p. 385) a fait connaître, en 1834, un instrument dont il a, je crois, exagéré l'importance, et qu'il nomme le *compresseur microtomique*. Il se compose essentiellement d'un disque de verre sur lequel un autre disque semblable est pressé par un cercle de cuivre. Ce cercle est reçu à vis dans une gorge ou tenu dans une fourchette à l'extrémité d'un levier formant bascule et soulevé par une vis à l'autre extrémité. Au moyen de cet instrument, on peut comprimer graduellement les objets soumis au microcospe, et étudier les effets de cette compression ; montrer, par exemple, si certains organes sont creux ou pleins, s'ils contiennent des liquides ou d'autres corps dans leur intérieur.

(2) *Recherches sur les causes du mouvement du sang dans les vaisseaux capillaires*, Mémoire couronné par l'Institut en 1835. *Mém. des savants étrangers.*

dans l'appareil. Cette ouverture circulaire, de 35 millimètres de diamètre, reçoit une vis percée à son centre, et qui est en communication avec un ajutage muni d'un robinet; sur cette dernière pièce se visse ou une pompe foulante ou une pompe aspirante. » Cette courte description suffit pour faire deviner les nombreux usages auxquels on peut employer cet appareil. M. Poiseuille s'en est déjà servi pour démontrer que la pression atmosphérique n'avait aucune influence sur la circulation capillaire des animaux ni sur celle du *Chara*.

Par quels moyens peut-on s'assurer de la bonté d'un microscope? Le docteur Goring (1) donne les préceptes suivants : on voit si l'instrument est *achromatique* en faisant tomber obliquement la lumière sur un objet transparent. L'*aberration de sphéricité* se reconnait lorsqu'un nuage léger couvre tout le champ du microscope, ou si le contour de l'objet n'est pas nettement arrêté, ou encore si l'on aperçoit une image double. L'exagération du grossissement employé se reconait lorsque l'image parait trop sombre et mal visible, malgré la grande quantité de la lumière incidente ou transmise que l'on emploie pour l'illuminer. Le même savant a désigné spécialement des séries d'objets destinés à caractériser la puissance et toutes les bonnes qualités d'un microscope. Il les appelle *test objects :* ce sont des objets très-petits présentant des dentelures , des points ou des raies extrêmement fines; tels sont les poils de la souris ou de la chauve-souris, les écailles de l'aile du papillon du chou, de l'Argus, ou celles du corps des Podurelles. Un microscope qui fait voir nettement ces deux derniers objets doit être considéré comme parfait.

Je ne saurais entrer dans le détail d'une foule de petites manipulations que la pratique enseigne, et que la théorie ne saurait prévoir. Les objets opaques sont placés sur une lame de verre, ou entre deux lames de la même substance humectées avec de l'eau, de l'alcool, de l'huile, du sirop de sucre, de l'huile de thérébenthine, du vernis des peintres,

---

(1) *Memoir on the verification of microscopic phenomena and an exact method of appreciating the quality of microscopes and engiscopes.*

du blanc d'œuf, suivant que l'un ou l'autre de ces liquides a la propriété de ne pas les dissoudre et de les rendre plus transparents. Il est très-essentiel de s'assurer par des épreuves réitérées que ces liquides ne les altèrent en aucune manière. Pour rendre transparentes des parties organisées, on les coupe par lames aussi minces que possible, ou bien on sépare les fibres dont elles se composent. Dans l'anatomie des tissus végétaux les tranches sont un grand moyen d'investigation; mais il faut avoir grand soin de tenir compte du sens suivant lequel la section de chaque tranche est faite. Il en résulte que ce n'est qu'à force de temps et de patience qu'on peut se former une idée de la configuration microscopique, et de la position relative des parties que l'on examine. Ces réflexions s'appliquent aux coupes que l'on a faites sur le cerveau, le poumon, le foie, les reins et les autres organes parenchymateux.

Pour étudier l'organisation intérieure des animaux infusoires (1), on les plonge dans un liquide coloré par une substance végétale. Les animalcules avalent cette matière colorante; on les repêche alors avec un tube ou une pipette pour les replacer dans l'eau pure où leurs organes intérieurs deviennent visibles par transparence.

Veut-on examiner de très-petits végétaux ou des graines au moment de leur germination, alors il faut avoir recours au moyen indiqué par M. Cornelius Varley (2). Ayant voulu voir la circulation dans un très-jeune *Chara*, il le laissa germer dans une fiole; ensuite, lorsqu'il eut poussé une petite tige, il introduisit dans la fiole une lame de verre flexible avec laquelle il appliqua la tige du *Chara* contre la paroi de la fiole: puis il entoura cette fiole d'un tube de cuivre interrompu au point où se trouvait la plante, et qui laissait pénétrer la lumière par une ouverture située du côté opposé.

---

(1) Ehrenberg, *Die Infusions Thierchen als volkommene Organismen*, 1838.

(2) *Improvements in the microscope; Transactions of the Society of arts*, vol. LVIII, 1832.

DES ILLUSIONS D'OPTIQUE.

Selon M. Dujardin, elles sont de deux sortes : les unes portent sur l'épaisseur des parties filiformes et des contours ; les autres sur la distinction des pleins ou des vides, des creux ou des saillies : celles-ci sont les plus importantes, car elles conduisent bien plus souvent que les premières à des notions erronées sur la structure des objets soumis à l'observation microscopique. On verra plus loin les divergences qui existent parmi les auteurs sur la nature des ponctuations qu'on observe à la surface des cellules végétales, et sur la concavité ou la convexité des globules sanguins. La connaissance des lois de la réfraction devra toujours mettre en garde contre ces erreurs; mais l'expérience suivante, que M. Dujardin a bien voulu me montrer, fait voir de la manière la plus palpable comment on peut l'éviter. Mettez une goutte d'huile dans la bouche, et agitez-la avec un peu de salive entre les dents et les lèvres, vous obtiendrez un mélange de gouttes d'huile et de bulles d'air infiniment petites. Examinez-les comparativement sous le microscope, plus vous rapprocherez l'objectif de la bulle d'air, plus son centre paraîtra lumineux. Si une goutte d'huile est placée dans le voisinage, ce sera l'effet contraire. La raison en est bien simple : les rayons, réfléchis parallèlement par le miroir, divergent en passant par la bulle d'air, et forment un foyer virtuel *au-dessous* de cette bulle : il faudra donc rapprocher l'objectif pour voir distinctement le pinceau de rayons qui paraît émaner de ce foyer. Au contraire, les rayons qui traversent la goutte d'huile deviennent convergents, et forment un foyer réel *au-dessus* de cette goutte. Donc, pour voir ce foyer aussi nettement que le précédent, il faudra que l'objectif en soit plus éloigné. La bulle d'air agit comme une lentille biconcave, la goutte d'huile, comme un verre biconvexe.

Pour se soustraire à l'autre cause d'erreurs résultant des franges que la diffraction produit autour des objets, il faut recourir au mode d'illumination imaginé par Wollaston.

APPLICATION DU MICROSCOPE

A L'ÉTUDE DES ÊTRES ORGANISÉS.

I. VÉGÉTAUX.

L'anatomie des animaux, et, en particulier, celle des animaux supérieurs, se divise naturellement en anatomie descriptive et en anatomie générale. L'anatomie descriptive des animaux dont les organes n'échappent pas à la vue par la petitesse de leurs dimensions peut se passer de l'emploi du microscope. Il n'en est pas de même de l'anatomie générale : celle-ci s'occupant principalement de la structure intime des tissus animaux, ne saurait faire un seul pas sans le secours des verres grossissants.

Dans les végétaux, l'anatomie descriptive est toute extérieure ; elle prend le nom d'*Organographie*, et son étude requiert rarement l'emploi du microscope composé, mais seulement celui de la loupe montée. Il n'en est point de même de l'anatomie végétale, qui peut se comparer en tous points à l'anatomie générale des animaux, car elle consiste presqu'exclusivement dans l'étude de la structure intime du tissu utriculaire, qui est la base de tous les organes des plantes. Sans doute on trouve dans les tiges des végétaux quelques grandes différences que l'œil nu peut apercevoir ; mais dès qu'on veut se rendre compte de la marche des sucs, du mécanisme de la fécondation ou de la formation des tissus, le microscope devient indispensable, et l'habileté de l'observateur, la perfection de l'instrument, sont les conditions nécessaires du progrès de la Phytotomie. Dans l'impossibilité où je suis d'embrasser l'anatomie végétale tout entière, j'ai choisi l'étude de la cellule végétale comme l'exemple le plus frappant des immenses services que le microscope a rendus et peut rendre encore à cette partie de la botanique.

La convenance de ce choix ne saurait être contestée, puisque tous les physiologistes sont d'accord pour admettre que l'utricule est le principe et l'élément de l'organisation végétale, qu'elle résume en elle les fonctions nutritives et reproductrices de la plante tout entière, qu'elle est, en un mot, le végétal réduit à sa plus simple expression.

I. STRUCTURE DE L'UTRICULE VÉGÉTALE.

L'utricule végétale se présente souvent isolée dans la nature. Incolore, elle forme les végétaux du genre *Cryptococcus*, Kuntzing(1); *Protosphæria*, Turpin (2). Colorée, ceux des genres *Protococcus* et *Hæmatococcus*. On trouve aussi dans les végétaux des amas d'utricules isolées : telles sont les grains polliniques des Phanérogames et les sporules des Acotylédones. J'examinerai successivement l'origine, la forme, la membrane d'enveloppe, les connexions, le contenu, les phénomènes physiologiques et la multiplication de l'utricule végétale; car c'est au microscope que nous devons tous les faits dont la science s'est enrichie sur ces divers sujets.

1° *Origine de l'utricule végétale.*

Nous abordons ici la question à la fois la plus difficile et la plus importante de l'Organogénésie végétale. En effet, si l'on savait comment se forme une utricule on aurait le mot de l'énigme de la vie; car, l'utricule étant donnée, tous les autres organes élémentaires s'en déduisent facilement. On a suivi deux méthodes pour arriver à la solution de ce problème : les uns, tels que Biasoletto (3) et Kuntzing, ont

(1) *Recherches sur la formation et la métamorphose des organismes inférieurs*, par Kuntzing; *Ann. sc. nat.*, 2e série, vol. II, p. 129.

(2) *Sur l'origine ou la formation primitive du tissu cellulaire; Mém. du Muséum*, t. XVIII, p. 161.

(3) *Di alcune Alghe microscopiche;* Trieste, 1832.

voulu surprendre la nature au moment de la naissance d'un végétal nouveau. Le premier a vu le *Micraloa protogenita* se développer dans de l'eau distillée qui, même après la formation de eette algue, était, dit-il, aussi pure qu'auparavant. Kuntzing (*loc. cit.*) n'a pas trouvé la moindre trace de végétation dans l'eau distillée renfermée dans des flacons bien bouchés et exposés à la lumière; mais lorsqu'il versa dans des flacons semblables de l'eau distillée de sauge, de sureau ou de rose, il vit les phénomènes suivants : 1° au bout d'un mois à six semaines un floeon muqueux se trouvait au fond de ehaque flacon; 2° l'odeur des eaux distillées avait disparu; 3° examinée au microseope eette mueosité ne présentait ni globules ni filaments; 4° plus tard, si elle était restée à l'ombre, elle contenait des utricules incolores (*Cryptococcus*), ou, si elle était exposée au soleil, des *Protococcus*, tels qu'ils sont définis par Agardh dans son *Systema Algarum*.

Les botanistes considèrent avec raison les *Protococcus viridis* comme l'organisme végétal le plus simple qui puisse se développer sous l'influence de la lumière et de l'eau; mais c'est à tort qu'on a fait des *Protococcus nivalis* le type d'un genre nouveau sous le nom d'*Hæmatococcus*, si toutefois l'on a voulu dire par là que c'est un être distinct du *Protococcus viridis*. Voici les observations sur lesquelles je me fonde.

Lorsque nous débarquâmes au Spitzberg, le 25 juillet 1838, je m'aperçus, en traversant un champ de neige, avec mon ami M. Bravais, que l'empreinte des derniers pas que nous avions faits avant de passer de la neige sur la terre était d'une couleur verte. La surface même de la neige était blanche; mais, à quelques centimètres au-dessous, il semblait qu'elle avait été arrosée avec l'eau résultant d'une décoction d'épinards. Nous recueillîmes cette neige, et, en fondant, elle donna une eau très-faiblement colorée. Dans une autre course je trouvai cette matière verte, semblable à une poussière répandue à la surface d'un champ de neige dont la majeure partie était couverte d'une quantité énorme de *Protococcus nivalis*. Au-dessous de la surface, et sur les bords du champ, la neige était aussi colorée en vert. Je recueillis la matière verte de la surface, et, au bout de quel-

que temps, elle se déposa au fond du flacon ; alors je décantai la plus grande partie du liquide, qui était incolore.

Une goutte de ce liquide fut placée sur le porte-objet d'un microscope éclairé suivant la méthode de M. Dujardin. Cet habile observateur était présent, ainsi que M. Biot, et voici ce que nous constatâmes. L'eau était remplie d'une matière verte amorphe, au milieu de laquelle on distinguait des grains de *Protococcus* parfaitement sphériques. On en remarquait aussi quelques-uns d'une teinte rouge et beaucoup plus gros, enfin d'autres à peine rosés qui, pour la grandeur, étaient intermédiaires entre les deux premiers. Depuis j'ai examiné ces grains avec un microscope de M. Ch. Chevallier, et j'ai trouvé que cette neige verte était composée (outre le détritus abondant de matière verte) de granules variant pour la grosseur et la couleur.

Les uns paraissaient *simples ;* ils étaient verts ou d'un rose pâle et de 0,01 à 0,05 de millimètre de diamètre ; quelques-uns rares, et d'un rouge de sang, avaient 0,02 de millimètre. D'autres globules paraissaient *composés*, c'est-à-dire formés d'une enveloppe renfermant des globules à l'intérieur (*Microcystis,* Kuntz). Leur diamètre était de 0,05 à 0,055 de millimètre de diamètre. M. Montagne voulut bien les examiner avec moi, et dessiner l'un d'entre eux sous un grossissement de 3000 fois. Il avait une paroi épaisse, et contenait cinq granules rouges. Jamais je n'ai pu voir distinctement un globule renfermant des granules verts.

Ayant examiné comparativement de la neige rouge (*Protococcus nivalis*) recueillie dans le voisinage de cette matière verte, nous pûmes vérifier l'identité des globules *rouges* de la neige verte avec ceux de la neige rouge. Cette dernière offrait de plus des chapelets plus ou moins longs, formés par des globules simples ajoutés bout à bout, et rappelant l'apparence moliniforme des espèces du genre *Torula.* Il est évident, d'après ce que nous venons de voir, que la neige verte (*Protococcus viridis*), et la neige rouge (*Protococcus nivalis*), sont une seule et même plante à différents états ; mais il est difficile de décider quel est l'état primitif. Toutefois, en réfléchissant qu'on voit des utricules incolores

renfermant des granules *rouges* qui deviennent libres quand l'utricule mère vient à se rompre, on peut supposer, avec quelque raison, que la couleur rouge est particulière au globule jaune, qui verdit ensuite sous l'influence prolongée de la lumière et de l'air. Or, on conçoit que si la neige n'est pas très-ancienne, ou si elle est balayée par les vents, comme c'est le cas le plus fréquent, le *Protococcus* rouge n'a pas le temps de verdir. Aussi est-ce la première fois, à ma connaissance, que ce changement de couleur du *Protococcus nivalis* ait été signalé.

Toutes les Algues de la section des Floridées, et principalement celles des genres *Halymenia* et *Delesseria,* que la mer rejette sur le rivage, passent aussi du rouge au vert sous l'influence de la lumière solaire, et M. Mirbel (1) a vu les sporules du *Marchantia* devenir verts, de jaunes qu'ils étaient, avant d'émettre leurs tubes germinatifs. M. Dunal (2), en examinant les Algues qui colorent en rouge certaines eaux des marais salans, est arrivé à la même conclusion : il pense que le *Protococcus salinus* et l'*Hœmatococcus salinus* ne sont qu'une seule et même plante ; mais il paraît disposé à croire qu'elle est verte d'abord, et que la couleur rouge est l'indice d'un développement plus parfait.

D'autres savants ont procédé par une voie différente pour prendre la nature sur le fait et assister à la création d'une utricule.

L'accroissement de tout végétal étant dû à la formation de nouvelles utricules, M. Mirbel a voulu s'assurer si ces utricules se formaient de toutes pièces ou si elles étaient engendrées par les utricules préexistantes. Déjà, en 1809, il affirmait que le *cambium,* véritable liquide organisé, était l'origine des nouvelles cellules qui s'y développent « Ce suc, dit-il (3), pénètre les membranes, et l'on voit paraître dans les endroits où il se produit de nouveaux tubes et de nouvelles cellules. Seraient-ce les éléments du *cambium* lui-même

(1) *Recherches sur le Marchantia polymorpha.*

(2) *Comptes rendus de l'Institut*, 23 octobre 1837, p. 586.

(3) *Exposition de la théorie de l'organisation végétale*, p. 87.

qui prendraient ces formes organisées, ou seraient-ce plutôt des germes préexistants dans les membranes qui se développeraient par la nutrition ? C'est ce que je ne tenterai pas de résoudre. Quoi qu'il en soit, les cellules se montrent d'abord comme des globules très-petits, et les tubes comme des lignes déliées. » M. Mirbel a adopté la première des deux explications qu'il propose, et des travaux récents semblent la confirmer en tous points. Guidé par l'analogie, M. A. Richard (1) pense que le cambium agit comme fluide nourricier à l'instar du sang, et que les nouvelles utricules sont engendrées par celles de l'aubier et du liber. M. Dujardin partage entièrement les opinions de M. Mirbel. Ses longues et patientes observations lui ont appris que tout organisme végétal ou animal commence par un liquide muqueux au milieu duquel on voit apparaître un nuage, une nébulosité qui se creuse peu à peu des cellules organisées.

Dans les Nostochs et les Ulvacées ce liquide muqueux (*mucus matricalis*, Unger) l'emporte sur la masse cellulaire, mais dans les végétaux supérieurs il disparaît complétement.

2° *Forme des utricules.*

A leur origine, les utricules sont toujours sphériques ou ovoïdes; mais les obstacles qui s'opposent à leur développement, ou les circonstances qui le favorisent, leur permettent de prendre les formes les plus variées. Dans les feuilles du Nénuphar jaune, par exemple, on a de la peine à reconnaître une sphériole dans les cellules diversement ramifiées qui composent leur face inférieure.

3° *Nature de la membrane qui forme les utricules.*

Les grossissements les plus forts du microscope composé ne nous apprennent rien de positif sur la structure intime de la membrane

---

(1) *Nouveaux éléments de Botanique*, 6e édit., p. 174.

utriculaire. Là se trouve la limite de l'observation directe, et la plupart des phytotomistes n'ont pas été plus loin. M. Mohl (1), le premier, a dit que la membrane externe du pollen de beaucoup de plantes, telles que le *Pancratium maritimum*, l'*Armeria vulgaris*, le *Polemonium cœruleum*, le *Cobœa scandens*, le *Jasminum officinale*, était évidemment composée de cellules; il décrivit leurs connexions, et fixa leur grandeur à $\frac{1}{2000}$ de ligne. La vérité de cette assertion fut contestée par M. Mirbel (2). Il rappela que ses études sur les anthères du Potiron avaient prouvé que les membranes du pollen étaient formées d'utricules simples emboîtées les unes dans les autres. M. Meyen (3) combattit aussi M. Mohl en démontrant que les prétendues cellules n'étaient que des saillies, des bourrelets irréguliers qui s'épaississaient et se rapprochaient dans certains points pour former un tout continu comme on peut le voir sur le pollen du Lis. Dans d'autres plantes, ces saillies engendrent les aspérités et les tubercules qui hérissent certains pollens. L'erreur de M. Mohl reposait, selon M. Meyen, sur une illusion d'optique; il avait pris les intervalles transparents qui séparent les parties plus épaisses, et par conséquent plus opaques, pour les lignes de jonction de cellules contiguës. C'est, en effet, l'apparence qu'elles présentent à un faible grossissement; mais, en le portant à six cents fois environ, on voit ces prétendues cloisons se terminer brusquement sans circonscrire un espace polygonal, comme cela aurait toujours lieu si elles appartenaient à la périphérie d'une cellule.

M. Meyen (4), tout en combattant les idées de M. Mohl sur la composition de la membrane externe du pollen, regarde l'utricule végétale comme formée par une fibre élémentaire roulée en spirale sur elle-même : c'est dans une plante découverte par lui, le *Stelis gracilis*, que

---

(1) Mohl, *Ueber den Bau und die Formen der Pollenkoerner*, 1834, p. 15.

(2) *Annales des sciences naturelles*, 2e série, vol. IV, p. 1.

(3) *Neues System der Pflanzen-Physiologie*, t. I, p. 163.

(4) *Pflanzen-Physiologie*, t. I, p. 45.

cette disposition est visible avec un grossissement de 540 fois. Il a fait la même observation sur les racines aériennes des Orchidées parasites du genre *Epidendron*. De son côté, M. R. Brown a constaté que les poils sans cloisons du *Renanthera coccina*, des *Melocactus*, des *Mamillaria*, et les cellules situées sous le périsperme des graines de *Casuarina* et de *Colommia* étaient formées de fibres enroulées. Hedwig (1) et J.-P. Moldenhawer (2) avaient déjà reconnu l'existence de cette fibre spirale dans les cellules de la feuille du *Sphagnum palustre*, et M. Meyen (3) a pu, sur le porte-objet d'un microscope simple, séparer cette fibre de la paroi interne des grandes cellules cylindriques qu'on trouve à la circonférence de la tige du même *Sphagnum*. M. Slack (4) n'a réussi à l'isoler qu'en déchirant l'utricule. Les cellules fibreuses des anthères décrites d'abord par Purkinje, dans sa dissertation *De cellulis antherarum fibrosis*, et figurées depuis par M. Mirbel dans ses *Recherches sur le Marchantia polymorpha*, fig. 93 et 94, ainsi que les élatères de cette hépatique, fig. 73, sont des organes du même genre, mais dans lesquels les tours de spire sont très-visibles et complétement séparés. La fibre spirale des cellules parenchymateuses qui en sont pourvues forme-t-elle par la soudure de ses tours de spire l'enveloppe propre de ces cellules, ou est-elle placée à l'intérieur ou à l'extérieur d'une enveloppe particulière ? C'est ce qu'on ne saurait encore décider, ni pour les organes qui nous occupent, ni pour les vaisseaux spiraux. Quelques micrographes, entre autres M. Hartig (5), ont cru voir que l'enveloppe des cellules se composait de petites vésicules aplaties dans le sens perpendiculaire à la paroi, et encore visibles dans les angles des cellules

---

(1) *Theoria generationis*, tab. XXVI, fig. 5.

(2) *Beitraege zur Anatomie der Pflanzen*, p. 117.

(3) *Pflanzen-Physiologie*, t. I, p. 56.

(4) *Ann. sc. nat.*, 2e série, t. I, p. 194.

(5) *Abhandlung über die Verwandlung der polycotyledonischen Pflanzenzelle in Pilz und Schwamm-Gebilde*; Berlin, 1833.

polyedrales, mais il paraît qu'il a pris pour des vésicules des portions épaissies de la paroi même.

La membrane des cellules n'a pas une structure uniforme sur toute sa surface. Certaines cellules (*cellulæ porosæ,* Link) présentent des points assez transparents semblables à des bulles; d'autres (*cellulæ punctatæ*) offrent des points opaques. Quelle est la nature de ces ponctuations ? Hill (1), qui paraît les avoir aperçues le premier, les regarda comme des saillies percées d'un trou à leur sommet; J.-D. Moldenhawer (2), comme des trous simples (*foramina*); M. Mirbel (3) leur donna le nom de *pores*, et les décrivit comme des trous environnés d'un bourrelet saillant; K. Sprengel (4) s'éleva contre cette manière de voir, et déclara que ces prétendus pores n'étaient que des vésicules que l'on voyait par transparence à travers la membrane utriculaire. M. L. Treviranus (5), et, après lui, M. Link (6), contribuèrent à propager cette doctrine. Cependant, J.-P. Moldenhawer (7) avait été ramené à l'opinion de Hill par l'examen des cellules de la moelle du sureau et celles du *Cycas revoluta* qu'il avait fait macérer préalablement dans l'eau. Enfin, en 1828, M. Mohl (8) concilia pour quelque temps les opinions divergentes des anatomistes. Selon lui, les apparences de ponctuations proviennent de ce que, dans certains points, la membrane utriculaire est plus mince que dans d'autres; ces points paraissent transparents, simulent des pores, mais sont réellement des canaux qui se corres-

---

(1) *Construction of timber;* London, 1770, p. 16.

(2) *De vasis plantarum*, 1779, p. 21.

(3) *Histoire naturelle, générale et particulière des plantes*, 1800, p. 57.

(4) *Anleitung zur Kenntniss der Gewaechse*, 1802, p. 99.

(5) *Vom inwendigen Bau der Gewaechse*, 1806, p. 130.

(6) *Elementa philosophiæ botanicæ*, edit. prim.

(7) *Beitraege zur Anatomie der Pflanzen*, 1812, p. 111.

(8) *Ueber die Poren des Pflanzen-Zellgewebes.*

pondent dans deux utricules ou deux vaisseaux contigus. M. Meyen(1), A. Richard (2), Valentin (3), Unger (4) et Decaisne (5) confirmèrent ces faits par leurs observations. Le dernier retrouva ces enfoncements sur les vaisseaux de la tige du *Rubia tinctorum;* les autres étudièrent leur disposition sur les cellules allongées des Conifères. Dans cette famille, ils sont de la dernière évidence, et, avec un fort grossissement, il m'a semblé que le fond de la cavité était convexe et bombé en dehors. Toutefois, l'opinion de M. Mirbel ne doit point être abandonnée tout à fait. Des pores existent sur la paroi de beaucoup de cellules, et dernièrement M. Rœper (6) s'est assuré que celles des feuilles du *Sphagnum obtusifolium* étaient perforées. Il écrasa dans l'eau l'albumen farineux du Nénuphar, puis trempa dans cette émulsion les feuilles d'un *Sphagnum.* Il les plaça ensuite sous le microscope et reconnut que les grains de fécule avaient pénétré dans chaque cellule et s'étaient déposés sur la paroi inférieure. Une gouttelette d'iode mise sur le porte-objet les colora en bleu. Il vit aussi des animalcules microscopiques sortir par les pores des cellules. Ainsi donc, on peut admettre que les utricules sont tantôt percées de trous, tantôt seulement creusées de petites cavités.

L'épaisseur de la paroi des cellules n'est ni constante, ni uniforme; de nouvelles couches se déposent sans cesse à leur intérieur, et ce sont les points où ce dépôt ne se fait pas qui paraissent transparents. C'est dans les cellules du *Cactus alatus*, de l'*Eriophorum vaginatum* (7), et dans celles des poires d'hiver qui deviennent pierreuses (8), que ce

---

(1) *Pflanzen-Physiologie*, t. 1, p. 36, et tab. 1, fig. 3 et 4.

(2) *Nouveaux éléments de Botanique,* 6e édit., p. 43 et pl. 2, fig. 10.

(3) *Repertorium für Anatomie und Physiologie*, t. 1, p. 85.

(4) *Flora*, 1832, 7 octob.

(5) *Recherches anatomiques et physiologiques sur la Garance*, pl. 9.

(6) *Ann. sc. nat.*, novembre 1838, p. 314.

(7) Meyen, *Pflanzen-Physiologie*, t. 1, p. 33.

(8) Turpin, *Mémoire sur la différence qu'offrent les tissus de la pomme et de la poire.*

phénomène est le plus évident. Suivant Meyen, le dépôt de nouvelles couches se ferait uniquement le long de la fibre spirale, et non dans les intervalles de ses tours. Il explique de cette manière la disposition hélicoïde des ponctuations.

4° *Connexion des utricules.*

Tous les auteurs sont d'accord pour admettre qu'il existe entre les cellules des espaces libres remplis de sucs, et désignés sous le nom de *méats intercellulaires*. M. Mohl (1) a émis récemment l'opinion qu'ils étaient remplis par une substance intercellulaire organisée. Dans les Algues, les Nostochs, on ne saurait nier son existence; elle n'est autre chose que le *mucus matricalis* dont nous avons parlé; mais aucun observateur ne l'avait encore aperçue dans les végétaux phanérogames. M. Mohl la signale entre les cellules allongées du bois, et de l'écorce de beaucoup de végétaux, et dans l'intervalle des grandes utricules qui composent les feuilles du *Nerium oleander;* suivant lui, la cuticule épidermique décrite par M. Ad. Brongniart (2) ne serait rien autre chose que de la substance intercellulaire endurcie et concentrée. Mais, s'il faut en croire M. Meyen (3), cette prétendue substance intercellulaire n'existe pas, et M. Mohl aurait pris des parois de cellules épaissies et contiguës pour un tissu nouveau.

5° *Des matières contenues dans les utricules.*

Les substances que le microscope a fait découvrir dans l'intérieur des cellules sont tellement nombreuses et variées, qu'on est obligé de les classer méthodiquement. Nous les diviserons en liquides, fluides, aériformes, et produits solides, organiques ou inorganiques.

1° *Liquides.* — Toutes les cellules vivantes contiennent un liquide

---

(1) *Ueber die Verbindung der Pflanzenzellen unter einander;* 1835.

(2) *Ann. sc. natur.*, 2e série, t. I, p. 65.

(3) *Pflanzen-Physiologie*, t. I, p. 162-178.

le plus souvent aqueux, mais rarement incolore. Tantôt il est coloré par ui-même : ainsi les grandes cellules des feuilles de la garance (*Rubia tinctorum*) renferment un liquide rose ; celles de la jeune racine, un liquide jaune, qui passe au rouge par son exposition à l'air (1). La couleur rouge des feuilles du *Dracæna terminalis, V. ferruginea*, la teinte bleue des fleurs du *Muscari botryoides*, sont dues à la même cause. D'autres fois le suc n'est pas coloré par lui-même, mais par les matières qu'il tient en suspension, par la chlorophylle en particulier. A l'œil nu, toutes les cellules d'une feuille ou d'un pétale semblent de la même couleur ; mais le microscope en fait découvrir un grand nombre qui sont incolores, ou colorées différemment.

Le liquide contenu dans les cellules est quelquefois huileux ; tel est celui qui remplit le péricarde de l'olive ou l'albumen des Crucifères. Des gouttes d'huile isolées se trouvent aussi en suspension dans un grand nombre de pollens.

2° *Fluides aériformes.* — Les cellules de l'épiderme de la moelle et de l'écorce qui sont privées de vie, renferment de l'air. Sous le microscope, elles sont incolores, transparentes au milieu, et la bulle d'air est circonscrite par un bord foncé ; celles qui contiennent un liquide offrent, au contraire, une transparence à peu près égale dans toute leur étendue. Suivant M. Dutrochet, c'est à la présence de l'air dans l'intérieur de leurs cellules qu'il faut attribuer la couleur blanche d'un grand nombre de pétales.

3° *Solides.*

A. *Solides organiques.*

a. *Fécule.*—De toutes les substances organiques qui se trouvent dans les cellules des végétaux, celle-ci semble se rapprocher le plus par sa constitution des corps réellement organisés. Je n'entrerai point dans l'examen de toutes les particularités que présentent les grains de fécule sous

---

(1) Decaisne, *Recherches sur la Garance*, pl. II, fig. 11 et 12.

le point de vue de leur abondance, de leur grandeur, de leur forme, de leur structure intime. Je signalerai seulement les apparences qu'ils offrent lorsqu'on les étudie par l'appareil à double polarisation que nous avons décrit précédemment. Ainsi éclairé, chaque grain de fécule, gros ou petit, présente une croix noire, dont les deux branches se coupent toujours dans le point que l'on appelle le hile, et que l'on suppose être celui par lequel ces grains sont attachés à la paroi intérieure de la cellule dans laquelle ils se trouvent. Cette croix noire désigne les deux sens suivant lesquels la lumière polarisée incidente peut se transmettre à travers chaque grain sans éprouver de dérangement dans le sens primitif de sa polarisation. Les quatre segments compris entre les branches de cette croix présentent des signes de dépolarisation d'intensités diverses, et d'autant plus énergiques que le globule féculacé est plus volumineux. Même, dans les plus gros globules, ces effets vont jusqu'à produire des couleurs sensibles à l'œil, comme on le voit en général dans tous les corps, soit cristallisés, soit régulièrement agrégés, lorsqu'ils sont suffisamment amincis. Ces phénomènes, constants pour tous les grains des fécules quelconques, y décèlent donc une régularité correspondante d'agrégation autour d'un axe rectiligne qui les traverse et qui passe par le hile. On ne saurait les attribuer à une simple inégalité de compression ou de densité intérieure, analogue à celles des larmes bataviques et des verres trempés par le refroidissement. Car, dans ces derniers systèmes, lorsqu'une des parties de l'ensemble est cassée et supprimée, les apparences offertes par la polarisation changent aussitôt dans toute leur étendue; tandis que dans les globules de fécule cassés, ces apparences subsistent inaltérées dans la partie non détruite; mais elles cessent totalement quand les globules sont désagrégés d'une manière quelconque, mécaniquement ou chimiquement. On observe quelquefois, et souvent même, dans certaines fécules, qu'un même grain présente deux ou plusieurs croix noires et deux systèmes distincts de segments colorés; mais alors le centre de chaque croix noire se trouve placé individuellement dans un véritable hile distinct. On en peut conclure qu'un pareil système

consiste en plusieurs globules qui se sont soudés les uns aux autres, en conservant leur structure séparée et individuelle dans les parties qui ne sont pas en contact. Ces expériences sont dues à M. Biot, mais je ne crois pas qu'il en ait publié les détails.

b. *Chlorophylle.* — Le plus souvent elle se présente sous forme de petites masses arrondies fixées à la paroi interne de la cellule ou libres dans son intérieur; suivant M. Mohl (1) ces masses renferment un ou plusieurs grains de fécule auxquels elles servent d'enveloppe, et qui paraissent avoir préexisté à la matière verte. Quelquefois aussi la chlorophylle est amorphe et gélatiniforme. Wahlenberg lui donne alors le nom de *glutinosum viride.*

c. *Nucleus.* — M. Robert Brown (2) a découvert dans les cellules de l'épiderme de la plupart des Orchidées, et d'un grand nombre de Monocotylédones, un corps convexe, granuleux, incolore, plus opaque que le reste de la cellule, auquel il a donné le nom de *nucleus.* Il est presque toujours unique, situé au centre de la cellule, et adhérent à sa paroi interne. On le retrouve aussi dans les poils d'un grand nombre de Commelinées, et en particulier dans ceux du *Tradescantia virginica.* Suivant Meyen ce corps consiste en une masse muqueuse endurcie, distincte de la fécule et de la chlorophylle, et à laquelle les plus forts grossissements n'ont pu faire découvrir une enveloppe.

d. *Produits sécrétés.* — Les cellules des Aloès, de la Valériane, des *Amomum,* des *Curcuma* renferment de petites masses de nature résineuse plus ou moins volumineuses.

e. *Infusoires animaux.* — Je n'entrerai pas dans une longue discus-

---

(1) *Recherches sur la chlorophylle; Ann. sc. nat.,* 2e série, mars 1838.

(2) *Observations on the organs and mode of fecondation of Orchideæ and Asclepiadeæ,* 1831, p. 19.

sion pour savoir si ces productions animales sont accidentelles et analogues à celles qui se développent dans toutes les macérations végétales ou si l'on doit considérer ces êtres comme des animaux essentiellement inhérents à l'existence de la plante, en un mot de véritables *enthophytes*. Je me contenterai de signaler le fait de leur existence dans les cellules des plantes. Un habile observateur, M. Meyen, (1) en a découvert dans le *Chara*, le *Marchantia*, le *Sphagnum acutifolium* et l'*Hypnum argenteum* avec un grossissement de 350 à 600 fois. MM. de Humboldt et J. Müller attestent l'exactitude de ces observations. Un savant non moins consciencieux, M.J. Roeper (2), a vu dans les feuilles du *Sphagnum obtusifolium* de jeunes individus du *Rotifer vulgaris* passer d'une cellule à l'autre.

B. *Solides inorganiques cristallisés.*

Depuis Malpighi, qui les a signalés le premier, jusqu'à M. Ach. Richard, qui les a observés en dernier lieu, tous les phytotomistes ont porté leur attention sur ces productions remarquables dont la loupe avait fait soupçonner l'existence, et dont le microscope composé, armé de son micromètre, a permis de déterminer la forme, et de mesurer les dimensions. Quelquefois on ne trouve qu'un seul cristal dans chaque cellule (*Papyrus antiquorum*, *Ficus bengalensis*) (3); mais le plus souvent ils sont réunis en groupes (*Canna indica*, *Rheum undulatum*, *Maranta zebrina*, *Cactus*, *Agave*, *etc.*, *etc.*). Je les ai trouvés en abondance dans les jeunes cellules des radicules naissantes d'un bulbe de jacinthe. Ces cristaux peuvent affecter des formes très-variées: les uns sont hexaédriques ou octaédriques, les autres ont la forme d'un dodécaèdre régulier ou irrégulier; mais la plupart sont aciculaires (raphides. D. C.), et paraissent être des pyramides fort aiguës à trois ou quatre faces. M. Raspail (4) et Unger sont d'accord pour leur

(1) *Comptes rendus de l'Institut*, 3 sept. 1838.

(2) *Ann. sc. natur.*, nov. 1838, p. 314.

(3) Unger, *Ueber Krystallbildungen in den Pflanzenzellen.*

(4) *Nouveau système de chimie organique*, p. 522.

assigner les dimensions suivantes : les plus grands, ceux de l'*Iris florentina* ont $\frac{1}{3}$ de millimètre de long sur $\frac{1}{50}$ de large; ceux du *Phytolacca decandra* ont $\frac{1}{10}$ de millimètre de long sur $\frac{1}{300}$ de large. M. Raspail a même essayé de mesurer leurs angles au moyen d'un instrument qu'il a nommé *goniomètre microscopique* (1). Il se compose d'un cercle en gélatine divisé en 360 parties, et placé entre les deux oculaires du microscope, à peu près au foyer du premier. Un fil de cocon est tendu de 0° à 180°; un autre fil de cocon est fixé à la monture mobile du premier oculaire. Pour mesurer l'angle dièdre que forment les deux faces d'un cristal, on amène les deux fils, en faisant tourner l'oculaire, à coïncider avec ses deux côtés : la demi-somme des divisions du limbe comprises dans les deux angles opposés est la mesure de l'angle du cristal. M. Unger conteste l'exactitude des résultats donnés par cet instrument dont le principe est fort simple, mais dont l'application présente une foule de difficultés. Je me contenterai d'en signaler une seule. Pour que la mesure ainsi obtenue soit celle de l'angle dièdre, il faut que la commune section des plans qui le comprennent soit dirigée suivant l'axe de la vision. Or, quel est l'observateur assez hardi pour affirmer qu'un cristal dont il peut à peine deviner la forme se trouve placé de façon à satisfaire à cette condition mathématique?

On doit rapporter aux cristaux les aiguilles contenues dans les vésicules à deux ouvertures, auxquelles M. Turpin (2) a donné le nom de *biforines*, et qu'il a découvertes dans le tissu cellulaire foliacé de plusieurs espèces du genre *Caladium*.

II. PHÉNOMÈNES PHYSIOLOGIQUES DE L'UTRICULE VÉGÉTALE.

Le microscope nous a appris tout ce que nous savons sur l'enveloppe, et le contenu de l'utricule végétale. Le même instrument va nous dévoiler les phénomènes variés qui se passent dans son intérieur.

---

(1) *Nouveau système de chimie organique*, p. 53.

(2) *Observations sur les biforines; Ann. sc. nat.*, juillet 1836.

Examinons d'abord les divers phénomènes de circulation qu'on observe dans l'intérieur d'un grand nombre de cellules végétales, et qu'on finira peut-être par trouver dans toutes celles qui renferment un liquide et des granules. Ces phénomènes sont de deux sortes : le premier, appelé *mouvement brownien*, est inhérent aux particules solides; l'autre, désigné sous le nom de *gyration*, consiste dans un mouvement régulier du liquide qui entraîne les particules avec lui.

1° *Du mouvement brownien.*

Gleichen (1) vit le premier que les granules qui s'échappent des grains de pollen au moment où ils éclatent dans l'eau, sont animées d'un mouvement propre qui pourrait faire penser qu'ils sont doués de vie : il les compare aux animaux spermatiques. Nees d'Esenbeck (2) décrivit aussi le mouvement des grains de poussière contenus dans les anthères du *Sphagnum capillifolium*, et l'assimila à celui des monades. M. Ad. Brongniart retrouva ce mouvement dans le pollen du Pin et de la Mauve, constata qu'il était accéléré par la chaleur, et désigna ce petit corps sous le nom de *granules spermatiques*. M. Raspail (3) nia que ces granules fussent douées d'un mouvement propre ; M. Brongniart soutint son opinion (4), et M. Robert Brown trancha la question (5) en démontrant que des molécules organiques et inorganiques quelconques suspendues dans un liquide étaient douées d'un mouvement propre qui persiste tant qu'elles ne sont point détruites, et, dont la cause est totalement inconnue. Ces mouvements n'ont rien d'uniforme ni

---

(1) *Das neueste aus dem Pflanzenreiche*, 1764, p. 32.

(2) *Ann. sc. natur.*, t. XII, 1827.

(3) *Flora*, n° 3, janvier 1822.

(4) *Mém. de la Société d'histoire natur. de Paris*; t. V, p. 34.

(5) *Ann. sc. natur.*, décembre 1828.

(6) *A brief account of microscopical observations.*

de régulier; les molécules s'approchent et s'éloignent l'une l'autre, et rappellent très-bien l'agitation d'une fourmilière en mouvement.

2° *De la gyration.*

Si l'on dispose le porte-objet d'un microscope de manière à ce qu'il puisse contenir une nappe d'eau de quelques millimètres de profondeur et qu'on y plonge l'articulation transparente d'un *Chara* ou d'un *Caullinia,* on verra avec un fort grossissement que le liquide contenu dans cette grande cellule est animé d'un mouvement uniforme et régulier. Il monte le long de l'une des parois pour redescendre du côté de la paroi opposée. Voyons ce que l'observation nous a appris sur les particularités de cet intéressant phénomène. Déjà, en 1772, Corti (1), qui l'avait découvert, reconnut : 1° que, dans chaque article, la circulation était indépendante de celle des autres; 2° que sa direction ne changeait point; 3° qu'elle avait lieu en sens contraire dans deux articles contigus. Corti crut à l'existence d'une cloison longitudinale qui séparait le courant ascendant du courant descendant. Fontana (2) confirma ces faits, mais nia l'existence de la cloison. Treviranus (3) découvrit à son tour la circulation dans le *Chara,* mais ne fit connaître aucune particularité nouvelle. Gozzi (4) eut le premier l'idée de diviser une articulation de *Chara* en trois articles secondaires au moyen de deux ligatures placées à égale distance des articulations; il vit qu'il se formait trois systèmes de courants indépendants l'un de l'autre.

---

(1) *Osservazione microscopiche sulla Tremella e sulla circulazione del fluido in una pianta acquajuola;* Lucca, 1774. Lettre adressée à M. le comte Paradisi, *sur la circulation d'un fluide découverte dans plusieurs plantes; Journal de physique*, t. VIII, p. 231, 1778.

(2) Lettre de l'abbé Fontana à M***, *Journal de physique*, t. VII, p. 285, 1776.

(3) *Vermischte Schriften*, t. II, p. 73.

(4) Brugnatelli, *Giornale di fisica*, t. I, p. 199, 1818.

Amici (1) reconnut que le courant n'avait pas un mouvement rectiligne, mais hélicoïde, et qu'il suivait la direction des chapelets disposés sur la paroi interne de la plante suivant des lignes parallèles entre elles. Chacun des grains de ces chapelets lui parut composé d'une enveloppe et de deux granules, l'un vert, l'autre rouge. Il vit aussi que dans les rameaux le courant ascendant était toujours le plus éloigné de l'axe du végétal. Enfin il remarqua une circulation analogue dans les boyaux polliniques du *Yucca*, du Pourpier et de l'*Hibiscus*.

Les travaux subséquents de MM. Agardh, Meyen, Schultz, C. Varley, Slack, ont ajouté peu de faits importants à ceux déjà découverts par Amici, à l'aide du microscope qu'il avait inventé. Agardh (2) supposa que les deux courants étaient séparés par une couche d'eau immobile située dans l'axe du mérithalle. Schultz (3) pensa que c'était une bulle d'air, et Slack (4) crut à l'existence d'un sac membraneux central dont les points d'attache au tube extérieur devaient correspondre aux lignes de repos du liquide en circulation. Enfin MM. Dutrochet et Becquerel (5) constatèrent la plupart des faits avancés par Amici. Le courant suit les bandes formées par les chapelets corticaux, en décrivant une double hélice; il se réfléchit quand ces chapelets sont interrompus. Les deux courants sont en contact, car on voit souvent des amas de globules qui se trouvent entre deux, tourner sur eux-mêmes, sous l'influence de ces deux forces égales et contraires.

Tels sont les phénomènes principaux que le microscope a fait découvrir dans la circulation du *Chara*. Je néglige à dessein tout ce qui

---

(1) *Osservazione sulla circulazione del succhio nella Chara; Modena*, 1818.—*Observations microscopiques sur plusieurs espèces de plantes; Ann. sc. natur.*, t. II, 1824.

(2) *Ueber den Kreislauf und die Anatomie der Charen; Nov. Acta natur. curios.*, t. XIII, 1827.

(3) *Die Fortpflanzung und Ernaehrung der Pflanzen*, 1828.

(4) *Sur les tissus élémentaires des plantes; Ann. sc. natur.*, 2e série, t. I, p. 271.

(5) *Ann. sc. natur.*, vol. IX, 1838.

tient à l'influence des agents extérieurs ou des réactifs chimiques, et je me borne à constater que cette circulation a été trouvée depuis dans les cellules d'une foule de végétaux différents. Déjà Corti l'avait découverte dans celles de la tige du Melon et du Potiron. Meyen (*loc. cit.*) la retrouva dans celles du *Vallisneria spiralis* et de l'*Hydrocharis morsus-ranæ;* plus tard (1), dans les genres *Stratiotes, Sagittaria, Potamogeton* et *Aloe.* En 1831, M. Robert Brown (2) constata l'existence d'une gyration analogue dans chacun des articles qui composent les poils du *Tradescantia virginica* et dans les poils corollins uniloculaires d'un *Penstemon.* M. Pouchet (3) vit des globules circuler dans les cellules des jeunes pousses du *Zanichellia palustris*, et M. Meyen (1838) dans les poils radicellaires de la Balsamine, du *Faba vulgaris*, de l'*Ipomæa cærulea*, du *Ranunculus sceleratus*, du *Marchantia polymorpha*, etc., etc. Enfin, M Schleiden (4), l'ingénieux auteur d'une nouvelle théorie de la fécondation végétale, a remarqué des courants très-nombreux qui se dirigeaient, en simulant un jet d'eau, de l'embryon vers la chalaze dans les cellules endospermiques de la graine des *Ceratophyllum.*

D'après tous les exemples que nous venons de citer, on peut admettre la gyration comme un phénomène commun à toutes les plantes. Nous ne donnerons pas les diverses explications qui ont été proposées. Aucune d'elles n'est satisfaisante, et ce serait d'ailleurs sortir des limites qui nous sont imposées par le titre de cette dissertation.

3° *De la multiplication de l'utricule végétale.*

Sans entrer dans les détails historiques de cette question, il nous suffit de faire observer que Sprengel, Tréviranus et Dupetit-Thouars

---

(1) *Ueber den Inhalt der Pflanzenzellen*, 1828.

(2) *Observations on Orchideæ and Asclepiadeæ*, p. 21 dans la note.

(3) *Ann. sc. nat.*, janvier 1835.

(4) *Linnæa* de 1837, p. 527.

soupçonnèrent les premiers le mode de génération intra-utriculaire. M. Turpin, après l'avoir indiqué dans plusieurs de ses mémoires, le mit hors de doute par ses observations sur l'origine ou la formation primitive du tissu cellulaire (1). L'examen microscopique de la matière verte, nommée par lui *Bichatia vesiculinosa*, l'a conduit aux résultats suivants : 1° cette matière se compose de vésicules agglomérées ; les unes sphériques, les autres hexaédriques par compression ; 2° plusieurs renferment une seconde génération de vésicules (globuline propagatrice) ; 3° d'autres, ne pouvant plus contenir leur génération, se déchirent et accouchent de nouveaux individus vésiculaires ; 4° la globuline naît par extension des parois intérieures de chacune des vésicules mères. M. Mirbel admet aussi que de nouvelles utricules peuvent se développer sur la face interne de la paroi d'anciennes utricules. On l'observe dans les sphérioles du *Marchantia*. Sans contester le fait fondamental, on peut se demander si c'est réellement la paroi de l'ancienne utricule qui donne lieu aux jeunes utricules qu'elle engendre. Pour les granules polliniques et les sporules, les choses ne se passent pas ainsi. En suivant la formation du pollen dans les anthères du Potiron, M. Mirbel s'est assuré que les grains de pollen se développaient dans des utricules polliniques; mais il n'a point vu que ces grains fussent jamais adhérents à la paroi de l'utricule qui les contenait. M. Decaisne, en étudiant les développements de l'anthère du Gui (*Viscum album*), a trouvé la même série de phénomènes que M. Mirbel avait déjà indiquée dans celle du Potiron; et il ne dit point que les grains de pollen naissent sur les parois des utricules polliniques. M. Mohl (2) prouve de son côté que le développement des sporules dans les Cryptogames s'opère exactement de la même manière. Ainsi donc, si les auteurs sont

---

(1) *Mém. du Muséum*, t. XVIIII, p. 161.

(2) *Recherches sur le Marchantia*, premier mémoire, note G.

(3) *Comptes rendus de l'Institut*, 11 février 1839.

(4) *Einige Bemerckungen über die Entwicklung und den Bau der Sporen*, 1833.

d'accord sur le fait de cette génération, ils ne le sont pas sur le mode. Il me paraît plus probable que les nouvelles utricules ne sont pas produites par extension de la paroi de l'utricule-mère; car, dans le *cambium*, que M. Turpin assimile si judicieusement au tissu vésiculaire du *Bichatia*, et considère comme du tissu cellulaire à son origine, on voit des utricules se former de toutes pièces au milieu du mucus à peine organisé qui leur sert de matrice. C'est, du reste, un point d'organogénésie végétale des plus importants et des plus difficiles à décider, et l'emploi judicieux des moyens amplifiants peut seul nous conduire à une solution définitive.

Le mode de multiplication dont nous venons de parler a été désigné sous le nom de *développement intra-utriculaire ;* mais il en existe encore un autre que M. Mirbel a très-bien nommé *super-utriculaire*. En suivant jour par jour les séminules du *Marchantia*, il les a vues d'abord se colorer en vert, puis présenter une saillie; cette saillie s'allonger sous forme d'un tube fermé à son extrémité, qui bientôt se renflait en une nouvelle utricule qui, à son tour, engendrait un nouveau tube, lequel produisait une nouvelle utricule. Cette multiplication, d'abord irrégulière, finissait par se régulariser et former par son ensemble une expansion verte foliacée. M. Turpin (1), en suivant la voie nouvelle que M. Cagniard-Latour a ouverte dans l'étude de la fermentation, a démontré, dans une suite de beaux dessins, que la levure de bière se compose d'une foule de globulins engendrés dans les cellules qui composent le périsperme de l'orge. Chacun de ces globulins commence à s'accroître et à végéter sous l'influence de la chaleur et de l'humidité. D'abord c'est une petite saillie qui se développe sur un point quelconque de sa périphérie; cette saillie s'accroît, et, en quelques heures, elle égale la grandeur de l'utricule primitive : alors elle donne naissance, à son tour, à une nouvelle utricule, et nous avons bientôt sous

(1) *Mémoire sur la cause et les effets de la fermentation alcoolique et acéteuse; Mém. de l'Acad. des sciences*, t. XVII.

l'objectif un végétal moliniforme que M. Turpin a désigné sous le nom de *Torula cerviciœ.*

En suivant pas à pas le développement des corbeilles crénelées qui ornent la surface du *Marchantia,* M. Mirbel a vu que le nombre des rangées de cellules s'augmentait par l'addition d'une rangée nouvelle, qui s'intercalait entre deux rangées préexistantes; il a appelé ce mode de multiplication *développement inter-utriculaire.* Il est probable qu'il n'est qu'un cas particulier du développement super-utriculaire.

On le voit par tout ce qui précède, si nous savons quelque chose sur les premiers commencements, la structure et les phénomènes intimes des végétaux, c'est à l'emploi et au perfectionnement du microscope que nous en sommes redevables.

II. ANIMAUX.

Forcé par les limites de temps qui me sont imposées de faire un choix parmi les nombreux organes des animaux dont le microscope a permis de pénétrer l'organisation intime, je me suis décidé pour les globules du sang. Deux motifs m'ont déterminé : le premier, c'est que leur découverte est une des plus belles conquêtes du microscope; le second, c'est qu'il y a plus d'analogie qu'on ne le suppose généralement entre un globule sanguin et une utricule végétale. Le globule vit isolément comme l'utricule; comme elle, il paraît se composer d'une enveloppe et d'un contenu; comme elle enfin, il contribue à l'accroissement de l'être auquel il appartient.

DES GLOBULES DU SANG.

Depuis Malpighi (1) qui reconnut leur existence jusqu'à ces derniers temps, le microscope a éclairci plusieurs points de leur histoire, quoi-

(1) *De omento et adiposis ductibus ;* Opera omnia, 1668, p. 42.

que les savants ne soient d'accord ni sur la forme ni sur la structure de ces globules dans les différents animaux.

1° *Grandeur.* — Le diamètre de ceux de l'homme, qui sont dans la catégorie des plus petits, a été estimé entre $\frac{1}{170}$ de ligne (1) et $\frac{1}{750}$ (2). La moyenne des mesures indiquées par les observateurs depuis l'année 1821 donne environ $\frac{1}{300}$ de ligne. N'oublions pas que les globules sanguins d'un animal n'ont pas tous la même grandeur, et que l'adoption d'une moyenne est par conséquent très-légitime. La salamandre aquatique est de tous les animaux examinés jusqu'ici celui dont les globules sont les plus gros. Leur grand diamètre est d'$\frac{1}{35}$ de mill. suivant MM. Prevost et Dumas (3), et de $\frac{1}{50}$ de millim. d'après M. Mandl, auquel on doit le travail le plus récent sur ce sujet (4).

2° *Forme.* — On sait maintenant que l'eau modifie la forme des globules sanguins en dissolvant une partie de leur substance. Si donc on ne veut pas examiner le sang tel qu'il sort du vaisseau qui le fournit, il faut l'étendre avec une dissolution de sous-carbonate de soude, de sel marin, d'ammoniaque, de sucre, ou mieux encore avec du sérum de sang de grenouille passé à travers un filtre (5). Dans tous les mammifères, les globules du sang sont circulaires, excepté dans le Dromadaire et l'Alpaca (6). Ils sont, au contraire, elliptiques dans les Oiseaux, les Reptiles et les Poissons. Si on est d'accord sur ces faits généraux, on ne l'est pas sur les particularités de la forme des globules. Voyons

---

(1) Leuwenhoeck, 1673.

(2) Della Torre, *Epistola ad Hallerum*, 1759.

(3) *Examen du sang et de son action dans les divers phénomènes de la vie ; Biblioth. univ. de Genève*, t. XVII, 1821.

(4) *Mémoire sur les parties microscopiques du sang*, 1838, p. 17.

(5) J. Müller, *Handbuch der Physiologie des Menschen*, t. I, p. 112.

(6) Mandl, *Comptes rendus de l'Institut*, 17 décembre 1838.

d'abord les différentes opinions que les auteurs ont émises sur ceux de la grenouille et de la salamandre, qui sont les plus visibles de tous. Pour ne citer que les modernes : MM. Prevost et Dumas, Wagner (1), Milne-Edwards (2) et Turpin admettent un renflement central. Müller les considère comme sensiblement plats; enfin, Young (3), Hodgkin et Lister (4), et M. Dujardin (5), comme légèrement concaves. Ce dernier, en les étudiant avec son mode d'illumination, se fonde sur les apparences suivantes : Si le globule, dit-il, était convexe, il faudrait éloigner l'objectif pour voir le centre du globule plus lumineux que le champ du microscope; s'il était à faces planes, dans aucun cas le centre ne serait plus lumineux que le champ de l'instrument; mais le globule étant légèrement biconcave, il faut rapprocher l'objectif pour voir le centre lumineux. Peut-être les différentes apparences signalées par les auteurs sont-elles toutes réelles; car il est probable que les globules subissent des modifications dès qu'ils sont sortis des vaisseaux sanguins.

Les globules du sang ont-ils un noyau central? Même divergence sur cette question. Quelques-uns nient l'existence de ce noyau dans le globule vivant, et le regardent comme un produit de la coagulation de la fibrine : tels sont Blumenbach, de Blainville, Weber (6), Wagner, Dujardin, Mandl, et Donné (7). Celui-ci va plus loin : il considère le noyau qu'on observe d'une manière incontestable dans les globules des Batraciens comme l'analogue du globule sanguin de l'homme. Hewson (8), Ev. Home (9), Prevost et Dumas, ainsi que Müller, admet-

---

(1) *Zur vergleichenden Physiologie des Blutes*, 1834.

(2) *Bulletins soc. philomat.*, 14 janvier 1837.

(3) *Introduction to the medical litterature*, 1813.

(4) *Philosophical magazine*, 1827.

(5) *Bull. soc. philomat.* (*loc. cit.*).

(6) Hildebrandts, *Anatomie des Menschen*, 1830.

(7) *Recherches sur les globules du sang*, thèse n° 8, 1831.

(8) *Experimental inquiries. Philos. trans.*, 1773.

(9) *Philosophical transactions*, 1818.

tent un noyau central auquel la matière colorante sert d'enveloppe. Celui-ci ayant versé du sang sur le porte-objet d'un microscope de Frauenhofer, le mit en contact avec une goutte d'acide acétique, et vit la matière colorante disparaître; toutefois un contour incolore et très-fin dessinait encore la forme du globule sanguin. Cette expérience est d'accord avec les idées de MM. Mandl et Donné, qui admettent que la matière colorante est simplement déposée dans la trame des globules. M. Turpin a bien voulu me faire voir des dessins représentant les globules sanguins de la grenouille, grossis 260 fois. On reconnaît que le noyau est tantôt central, tantôt périphérique, et se compose de granules qu'on peut faire sortir du globule en pressant le sang entre deux lames de verre bien planes. Il résulte de tous ces faits que si le globule sanguin ne saurait être assimilé complétement à l'utricule végétale isolée, il est du moins de tous les organes propres aux animaux celui qui s'en rapproche le plus, et l'analogie que nous avons établie est aussi marquée qu'elle peut l'être, quand il s'agit d'organismes aussi éloignés les uns des autres dans la hiérarchie de la création.

FIN.

